

光造形方法及び光造形装置

発明の背景

1. 発明の分野

本発明は光造形方法に関し、さらに詳しく述べると、光硬化性樹脂から造形品を製造する光造形方法に関する。本発明は、また、このような光造形方法を実施する光造形装置に関する。本発明は、特に、曲面積層による光造形を可能とする光造形方法及び光造形装置に関する。

2. 関連技術の説明

最近、電気機器等の各種の製品のモデルを設計するときなど、製版技術の応用である光造形技術が使用されるようになってきている。光造形技術は、未硬化もしくは半硬化の光硬化性樹脂を露光して硬化樹脂層を形成するとともにこの硬化樹脂層を順次積層して3次元構造の物体（立体構造をもった造形品）を製造するものであり、設計値に基づいて微細な構造をもった製品についても正確に製造できるという特徴がある。光造形技術は、したがって、製品開発時のモデルや模型等の製造はもちろんのこと、実際の立体的な製品の製造にも利用することができる。このような光造形技術を使用した光造形装置は、例えば、特開平5-237943号公報及び特開平5-305672号公報に開示されている。

図1は、従来の光造形装置において立体的な造形品を形成する方法を示している。タンク10には、液状の光硬化性樹脂20が収容されており、また、そのタンク10内で昇降可能なエレベータ12が備えられている。光硬化性樹脂20は、例えば紫外線硬化樹脂のような、紫外線を照射することによって硬化する性質を有する樹脂材料である。レーザ装置14からこの光硬化性樹脂20にレーザ光Lを照射することにより、レーザ光Lの照射面内で光硬化性樹脂20を任意の形状に硬化させることができる。光硬化性樹脂20は、その硬化によって光造形樹脂層22が形成される。

エレベータ 12 は、レーザ光 L の照射により光造形樹脂層 22 を形成した後、光硬化性樹脂 20 の液面から一定の移動距離で徐々に降下されるように構成されている。その結果、複数の光造形樹脂層 22 が積層されて所定の形状をもった立体的な造形品が形成される。さらに具体的に説明すると、光造形樹脂層 22 を形成する場合は、所定の平面形状となる光造形樹脂層 22 を形成した後、エレベータ 12 を一層分降下させ、スライドバー（図示せず）によって光造形樹脂層 22 の表面をならし、光造形樹脂層 22 の表面に光硬化性樹脂 20 を薄くのばして次の光造形操作を行う。図 1 は、光造形操作を繰り返し行ってエレベータ 12 上に光造形樹脂層 22 が積層された状態を示す。

このように、光造形装置によれば、光造形樹脂層 22 を順次積層して任意の形状の立体的な造形品を形成することが可能であり、さらには、これらの光造形樹脂層 22 を積層する際にインサート品を組み込んで、より複雑な立体構造をもった造形品を形成することも可能である。

従って、光造形装置を、例えば半導体チップ等を搭載した電子製品の製造に利用することが考えられる。すなわち、半導体チップ等の回路部品を造形品中に組み込み、これらの回路部品を相互に電氣的に接続して多層構造とした電子製品を提供することが考えられる。しかし、光造形装置をこのような電子製品の製造にも利用するにあたっては、特に曲面等の任意の立体形状を形成することが必要である。光造形樹脂層の造形品中にインサート品を組み込む場合、インサート品の形状によっては、以下に説明するように、造形品中にインサート品を組み込むことが困難であるという問題があるからである。

図 2 は、光造形樹脂層 22 の造形品中に台形のインサート品 30 を組み込んだ例を示す。図 2 に示す形態のインサート品 30 の場合には、インサート品 30 を組み込む前に A 部分まで光造形樹脂層 22 を形成し、次いでインサート品 30 を光造形樹脂層 22 の凹部にセットした後、さらに B 部分の光造形樹脂層 22 を積層して形成することができるので、特に問題はない。

しかしながら、以下に本発明の例として参照する図 12 に示す球体状のインサート品 32 の場合は、仮に A 部分まで光造形樹脂層 22 を積層してインサート品 32 をセットしたとしても、その後、B 部分の光造形樹脂層 22 を正確に積層し

ていくことが困難である。これは、A部分の光造形樹脂層22を積層してインサート品32をセットした際に、インサート品32の上部が光造形樹脂層22の表面から突出しているために、B部分の光造形樹脂層22を積層していく際に、液状樹脂20を薄くならずスライドバーがインサート品32に当たるため、液状の光硬化性樹脂を所定の厚さにならすことができないためである。

このように、従来の光造形装置を用いて光造形樹脂層の造形品中にインサート品を組み込む場合は、図2に示すように、光造形樹脂層22の上層になるにしたがって平面形状が徐々に幅広になるか、各層で平面形状が同一のインサート品の他は的確に組み込むことができないという問題がある。

発明の概要

本発明は、従来の光造形方法及び光造形装置における上記したような問題点を解消することを目的とする。

したがって、本発明の目的は、従来の光造形方法では的確に組み込むことが難しい形態のインサート品であっても確実に光造形樹脂層の造形品中に組み込むことができ、これによってインサート品を組み込んだ種々の造形品を製造することを可能にする光造形方法を提供することにある。

本発明の目的は、また、特に曲面構造を有するインサート品を組み込んだ造形品の製造に有用な光造形方法を提供することにある。

本発明の目的は、さらに、半導体チップ等の回路部品を組み込んだ電子製品の製造に有用な光造形方法を提供することにある。

また、本発明の目的は、本発明の光造形方法の実施に有用な光造形装置を提供することにある。

さらに、本発明の目的は、従来の光造形方法では的確に組み込むことが難しい形態のインサート品が、光造形樹脂層の造形品中に確実に組み込まれた造形品を提供することにある。

さらにまた、本発明の目的は、曲面構造を有するインサート品を組み込んだ造形品、例えば半導体チップ等の回路部品を組み込んだ電子製品を提供することにある。

本発明のこれらの目的やその他の目的は、以下の詳細の説明から容易に理解できるであろう。

本発明は、その1つの面において、造形テーブル上で造形品を製造するのに用いられる光造形方法であって、

製造途中の造形品の表面に液状の光硬化性樹脂を被覆し、前記光硬化性樹脂に光を照射して前記光硬化性樹脂の所要部位を硬化させる光造形樹脂層を形成する操作を繰り返すことにより、光造形樹脂層を順次積層する工程を含み、その際、

前記造形テーブルを、任意の3次元方向に姿勢位置を制御可能に支持し、

前記造形テーブル上の造形品に前記光硬化性樹脂を吹き付けて、前記造形品の表面に前記光硬化性樹脂を所定の膜厚で被覆し、

前記造形テーブルの姿勢位置を制御するとともに、前記造形品の表面に被覆された光硬化性樹脂に前記光を照射して前記光造形樹脂層を形成すること
を特徴とする光造形方法にある。

本発明の光造形方法は、前記造形品の内部に、3次元構造のインサート品を組み込む工程をさらに含むことが好ましい。

また、この光造形方法では、各種の光硬化性樹脂を光造形樹脂層の形成に有利に使用することができるけれども、レーザ光により硬化可能な樹脂を使用するのがとりわけ有利であり、また、そのような場合には、したがって、その樹脂の硬化にレーザ光を使用することが好ましい。

本発明は、そのもう1つの面において、造形テーブル上で造形品を製造するのに用いられる光造形装置であって、

造形品を支持する造形テーブルを任意の3次元方向に姿勢位置を制御可能に支持したテーブル支持ユニットと、

前記テーブル支持ユニットがセットされ、前記造形テーブルの姿勢位置を制御するとともに、前記造形テーブル上に形成された造形品に液状の光硬化性樹脂を吹き付けて造形品の表面に前記光硬化性樹脂を被覆する塗布ユニット部と、

表面に前記光硬化性樹脂が被覆された造形品を支持したテーブル支持ユニットがセットされ、前記造形テーブルの姿勢位置を制御するとともに前記造形品の表面に被覆された前記光硬化性樹脂に光を照射してその光硬化性樹脂の所要部位を

硬化させて光造形樹脂層を形成する曲面積層ユニット部と

を組み合わせて含んでなることを特徴とする光造形装置にある。

本発明による光造形装置は、好ましくは、次のような追加のユニット部をさらに有することができる。

例えば、本発明の光造形装置は、前記テーブル支持ユニットがセットされ、前記造形テーブルの姿勢位置を制御するとともに前記造形品の表面に被覆された未硬化の光硬化性樹脂を洗浄して除去する洗浄ユニット部をさらに備えることが好ましい。

また、本発明の光造形装置は、前記テーブル支持ユニットがセットされ、前記造形テーブルの姿勢位置を制御するとともに前記造形テーブル上に形成された造形品の表面に液状の光硬化性樹脂を平面的に被覆し、該光硬化性樹脂に光を照射してその光硬化性樹脂の所要部位を硬化させて光造形樹脂層を形成する平面積層ユニット部をさらに備えることが好ましい。

さらに、本発明の光造形装置は、前記塗布ユニット部、曲面積層ユニット部等のユニット部の間に、隣接するユニット部との間で前記テーブル支持ユニットを搬送する搬送ユニット部をさらに備えることが好ましい。

さらにまた、本発明の光造形装置では、前記塗布ユニット部が、

前記テーブル支持ユニットを支持するセット枠と、該セット枠を支持して前記テーブル支持ユニットを水平面内の任意の位置に回動させる回動テーブルと、該回動テーブルを支持して前記テーブル支持ユニットを任意の高さ位置に昇降させる昇降テーブルと、前記造形品に前記光硬化性樹脂を吹き付けるノズルとを含むことが好ましい。

また、本発明の光造形装置では、前記曲面積層ユニット部が、

前記テーブル支持ユニットを支持するセット枠と、該セット枠を支持して前記テーブル支持ユニットを水平面内の任意の位置に回動させる回動テーブルと、該回動テーブルを支持して前記テーブル支持ユニットを任意の高さ位置に昇降させる昇降テーブルと、前記造形品の表面に被覆された前記光硬化性樹脂に光を照射する光照射部とを含むことが好ましい。

さらに、本発明の光造形装置では、前記洗浄ユニット部が、

前記テーブル支持ユニットを支持する昇降可能に設けられたセット枠と、前記テーブル支持ユニットに支持された造形品に向けて洗浄液を噴射する洗浄液散布部と、洗浄後の洗浄液を貯溜する貯溜槽とを含むことが好ましい。

さらにまた、本発明の光造形装置では、前記テーブル支持ユニットが、ベースとなる支持枠と、一方の対向する枠部において前記支持枠に軸支された可動枠と、該可動枠の他方の対向する枠部に回動可能に支持された造形テーブルとを含むことが好ましい。さらに、このテーブル支持ユニットにおいて、造形テーブルは、前記可動枠に着脱自在に支持されていることが好ましい。

本発明の光造形装置では、光造形方法と同様に、前記光硬化性樹脂がレーザー光により硬化可能な樹脂であることが好ましく、したがって、その光硬化性樹脂の硬化の光源としてレーザー光源を備えることが好ましい。

本発明は、そのさらにもう1つの面において、本発明の光造形方法及び装置を使用して製造された、その内部に3次元構造のインサート品が組み込まれた造形品にある。

本発明の造形品は、好ましくは、半導体チップ等の回路部品を組み込んだ電子製品である。

図面の簡単な説明

図1は、光造形樹脂層を平面積層して造形品を作製する従来の光造形方法を示す断面図であり、

図2は、従来の光造形方法を使用してインサート品を組み込んだ造形品を示す断面図であり、

図3は、本発明に係る光造形装置の全体構成を示す正面図であり、

図4は、図3に示した光造形装置の平面図であり、

図5は、光造形装置に組み込んだテーブル支持ユニットの構成を示す平面図であり、

図6Aは、図5のテーブル支持ユニットの正面図であり、

図6Bは、図5のテーブル支持ユニットの側面図であり、

図7Aは、光造形装置に組み込んだ平面積層ユニット部の構成を示す正面図で

あり、

図7Bは、光造形装置に組み込んだ平面積層ユニット部の構成を示す平面図であり、

図8Aは、光造形装置に組み込んだ曲面積層ユニット部の構成を示す正面図であり、

図8Bは、光造形装置に組み込んだ曲面積層ユニット部の構成を示す平面図であり、

図9は、光造形装置に組み込んだ洗浄ユニット部及び塗布ユニット部の構成を示す正面図であり、

図10は、光造形装置を用いて造形品を製造する工程をしめすフロー図であり、

、

図11は、光造形装置を用いて造形品を製造する方法を示す断面図であり、

図12は、図11の光造形装置を用いてインサート品を組み込んだ造形品を示す断面図であり、

図13Aは、図13Bに示す造形品の製造に使用されたインサート品を示す斜視図であり、

図13Bは、図13Aのインサート品を組み込んだ造形品を示す斜視図であり、そして

図14は、本発明によりインサート品を組み込んだ別の造形品を示す斜視図である。

好ましい態様の説明

以下、本発明をその好適な実施形態について説明する。なお、本発明は、下記の実施形態に限定されるものではなく、本発明の範囲内において種々の変更や改良を施し得ることは、言うまでもない。

本発明は、光造形方法を使用して、その内部にインサート品を組み込んだ造形品にある。ここで、「光造形方法」は、先に簡単に説明したように、未硬化もしくは半硬化の光硬化性樹脂に紫外線等の光を照射して硬化させ、光造形樹脂層を形成するとともに、その光造形樹脂層を積層して3次元構造をもった造形品を製

造する方法を指し、したがって、3次元積層方法とも言うことができる。また、この方法を効果的に実施するには、造形品の形状データ等を作成するため、公知の3次元CADシステムを併用したりするのが有利である。

本発明の実施に使用する光硬化性樹脂と、それを硬化させるために使用される光は、所期の作用効果が得られる限りにおいて特に限定されるものではない。しかし、造形品やその他の下地の表面に塗布や浸漬、吹き付け、噴霧などによって被覆する作業を容易に実施するため、液状であることが好ましい。液状樹脂の粘度などは、被覆方法の種類などに応じて最適値を決定することができる。なお、本発明の実施では、吹き付けや噴霧によって液状樹脂を被覆するのがとりわけ好ましい。

造形品の形成に適当な光硬化性樹脂は、以下に列举するものに限定されないけれども、エポキシ系樹脂、ウレタン系樹脂、オキセタン系樹脂などを包含する。このような樹脂は、単独で使用してもよく、2種類以上を組み合わせ使用してもよい。

樹脂の硬化のために照射する光は、使用する光硬化性樹脂の感度、すなわち、その光による硬化可能性の強度に依存して任意に変更可能である。通常、好適な照射光は、紫外線光である。光源としては、市販のレーザ装置などを有利に使用することができる。

また、「造形品」は、特に限定されるものではなく、各種の形態をもった立体的な製品を包含する。本発明の造形品は、好ましくは、曲面又はその他の複雑なプロフィールをその表面もしくは内面に有する立体的な製品である。このような立体的な製品の例としては、以下に列举するものに限定されないけれども、家電製品、電子製品、自動車用部品、各種の電子機器などを挙げることができる。また、筐体、構造部品などのような、かかる製品の一部であってもよい。

さらに、本発明の造形品は、その内部にインサート品を組み込んだ形で提供されることが好ましい。ここで、「インサート品」は、特に限定されるものではなく、本発明の造形品中に組み込んだ時にその使用効果がいかんなく発揮される各種の部品、パーツなどを包含する。適当なインサート品としては、以下に列举するものに限定されるわけではないけれども、例えば、半導体チップ、チップコン

デンサ、バッテリー、リード配線、高周波アンテナなどの回路部品、パイプ、ボルト・ナット、バネ、補強材などの機械部品、モータ、アクチュエータなどの駆動部品、その他を挙げることができる。これらのインサート品は、単独で使用してもよく、２種類以上を組み合わせて使用してもよい。

図３は、本発明に係る光造形装置の好ましい１実施形態を示す正面図であり、図４は、図３に示した光造形装置の平面図である。なお、図示の光造形装置において、ユニット部の配置順序は、必要ならば、変更してもよい。

図示の光造形装置は、光造形樹脂層を平面積層する平面積層ユニット部４０、光造形樹脂層を曲面積層する曲面積層ユニット部５０、液状の光硬化性樹脂を洗浄する洗浄ユニット部６０、光硬化性樹脂をスプレーして塗布する塗布ユニット部７０、そして各ユニット部間でテーブル支持ユニット９０を搬送するための搬送ユニット部８０を備えている。また、平面積層ユニット部４０、曲面積層ユニット部５０、洗浄ユニット部６０及び塗布ユニット部７０は、図示されるように、各ユニット部間に搬送ユニット部８０を配置して直列に配置されている。

造形品（図示せず）は、上記したように、光造形樹脂層を順に積層し、一体化することによって形成される。すなわち、造形品は、その造形領域となる造形テーブル９６を備えたテーブル支持ユニット９０を各ユニット部間で搬送している間に形成される。

搬送ユニット部８０は、各ユニット部間でテーブル支持ユニット９０を受け渡し可能とするため、各ユニット部でテーブル支持ユニット９０を支持する支持部と高さ位置を共通に設定した搬送ガイド８２を備え、搬送ガイド８２を介して各ユニット部間でテーブル支持ユニット９０が受け渡されて移送されるように形成されている。

搬送ガイド８２は、図４に示すように、平面形状が矩形の枠状に形成され、枠部の両側縁部（隣接するユニット部を連絡する向き）に搬送レール８４ａ及び８４ｂを設けている。２つの搬送レール８４ａ及び８４ｂの幅間隔は、テーブル支持ユニット９０の支持枠９２の幅間隔と共通に設定され、テーブル支持ユニット９０が搬送レール８４ａ及び８４ｂを介して隣接するユニット部間で移動可能となっている。

また、搬送ガイド82は、それぞれのユニット部が直列に配置される方向、すなわち長手方向に移動可能に支持され、隣接するユニット部に進入してユニット部との間でテーブル支持ユニット90を移送する位置と、隣接するユニット部から離間して退避した位置との間で進退移動可能である。

図3及び図4は、テーブル支持ユニット90を平面積層ユニット部40に搬入する搬送ユニット部80aにセットした状態である。この搬送ユニット部80aは、テーブル支持ユニット90に光造形用の造形テーブル96を新たにセットする位置でもあり、また、光造形操作が完了した後、テーブル支持ユニット90から光造形用の造形テーブル96を取り出す位置でもある。すなわち、後述するように、テーブル支持ユニット90は、光造形用の造形テーブル96を脱着自在に支持するように形成されており、光造形操作が完了するごとに新たに光造形用の造形テーブル96を交換セットして光造形操作を行うように形成されている。

図5は、各ユニット部間で移送目的に使用されるテーブル支持ユニット90の平面図である。また、このテーブル支持ユニット90の操作を説明するため、図6A及び図6Bには、それぞれ、テーブル支持ユニット90の正面図及び側面図が示されている。

テーブル支持ユニット90は、テーブル支持ユニット90の支持ベースとなる矩形の枠状に形成した支持枠92と、支持枠92に支持した矩形の可動枠94と、可動枠94に支持した光造形用の造形テーブル96とを有する。

可動枠94は、支持枠92に立設した軸受け部92bに、可動枠94の一方の対向する枠部94a及び94bに形成した軸92aが軸支され、支持枠92に対し軸92aを中心として揺動可能となる。2つの軸92a及び92aは、それぞれ、可動枠94の2つの枠部94a及び94aの長手方向の中央位置から外方に延出するように設けられる。図6Bに、可動枠94が軸92aを中心として揺動する方向を矢印で示す。

光造形用の造形テーブル96は、上面が平坦面となる矩形の平板状に形成され、造形テーブル96の両側縁から2つの支持軸96a及び96aが外方に突出するように設けられている。造形テーブル96の上面が光造形樹脂層を形成する光造形領域となる。

造形テーブル 9 6 の 2 つの支持軸 9 6 a 及び 9 6 a は、可動枠 9 4 の他方の対向する 2 つの枠部 9 4 b 及び 9 4 b の長手方向の中央位置にそれぞれ取り付け付けた軸受け 9 5 及び 9 5 に軸支される。したがって、造形テーブル 9 6 は、2 つの支持軸 9 6 a 及び 9 6 a を中心として可動枠 9 4 に対して揺動可能となる。2 つの枠部 9 4 b 及び 9 4 b にそれぞれ取り付け付けた軸受け 9 5 及び 9 5 は、図 6 A に示すように、上部が開口した円弧状の受け部として形成したものであり、これによって、可動枠 9 4 の上方から造形テーブル 9 6 を可動枠 9 4 に装着し、可動枠 9 4 から造形テーブル 9 6 を取り外し可能となっている。

造形テーブル 9 6 は、可動枠 9 4 の内寸法よりも外形寸法を小さく設定し、可動枠 9 4 の内側で支持軸 9 6 a 及び 9 6 a を中心として任意の角度について揺動可能となっている。

以上に説明したように、支持枠 9 2 に対して可動枠 9 4 が軸 9 2 a 及び 9 2 a を介して任意方向に揺動可能であるとともに、可動枠 9 4 に対して造形テーブル 9 6 が支持軸 9 6 a 及び 9 6 a を介して任意方向に揺動可能であり、可動枠 9 4 と造形テーブル 9 6 の揺動方向が 90° 偏位していることによって、造形テーブル 9 6 は空間内の任意の方向に面方向を向けることが可能となる。軸 9 2 a を軸受け部 9 2 b に対して角度制御して回動させ、支持軸 9 6 a を軸受け 9 5 に対して角度制御して回動させる駆動機構をテーブル支持ユニット 9 0 に設けることにより、造形テーブル 9 6 の面方向を任意の方向に向けるように制御することができる。支持枠 9 2 の下面には、前述した搬送ガイド 8 2 の搬送レール 8 4 a 及び 8 4 b に係合するガイドレール 9 3 が形成されている。

なお、テーブル支持ユニット 9 0 は、造形品を支持する造形テーブル 9 6 を、その支持面が 3 次元的に任意の方向に向けることができるように支持することを目的とするものであり、その構成が本実施形態の構成に限定されるものではない。例えば、造形テーブル 9 6 の平面形状は、矩形以外の円形、楕円形等に形成することが可能であり、また、本発明方法によれば光造形樹脂層を曲面積層することが可能であるから、造形テーブル 9 6 の支持面も平坦面に限らず波形等の曲面形状とすることもでき、円筒状、球面状等の立体形状とすることも可能である。

また、これらの造形テーブル 9 6 の形状に合わせて、造形テーブル 9 6 を支持

する可動枠 9 4 等の形状も適宜設計可能である。また、造形テーブル 9 6 を可動枠 9 4 に脱着自在に支持する方法も、上記実施形態の構成に限定されるものではなく、適宜の脱着方法を利用することができる。また、造形テーブル 9 6 を可動枠 9 4 に支持する場合、可動枠 9 4 を支持枠 9 2 に支持する場合も、一方の枠部のみを支持する片持ち式とすることも可能である。

図 7 A 及び図 7 B は、図 3 及び図 4 に示した光造形装置の平面積層ユニット部 4 0 を拡大して示したものである。平面積層ユニット部 4 0 は、従来の光造形装置のそれと同様に、平面的に光造形樹脂層を積層して造形品を形成するユニット部である。図 7 A は、平面積層ユニット部 4 0 の正面図、そして図 7 B は平面図である。

これらの図において、参照番号 4 1 は、液状の光硬化性樹脂を収容するタンク、4 2 はテーブル支持ユニット 9 0 を支持するセット枠、そして 4 3 はスライドバーである。セット枠 4 2 は、テーブル支持ユニット 9 0 を支持してタンク 4 1 内で昇降可能に設けられている。セット枠 4 2 の対向する両側縁部には、搬送ガイド 8 2 に設けたと同様の搬送レールが設けられている。

参照番号 4 5 は、ガルバノミラーを内蔵したレーザ照射部である。レーザ照射部 4 5 は、X-Y アーム 4 6 a 及び 4 6 b により X-Y 平面内で移動可能に支持され、レーザ光を照射する位置を X-Y 平面内の任意に選択することができる。参照番号 4 8 は、光硬化性樹脂を硬化させるレーザ光を発生するレーザ装置である。レーザ装置 4 8 からレーザ照射部 4 5 にレーザ光が導かれ、レーザ照射部 4 5 からレーザ光が照射可能となる。

図示の平面積層ユニット部 4 0 により光造形操作を行う場合は、まず、搬送ユニット部 8 0 a の搬送ガイド 8 2 に支持枠 9 2 のガイドレール 9 3 を係合させてテーブル支持ユニット 9 0 をセットする。次いで、セット枠 4 2 を搬送ガイド 8 2 と同一の高さ位置にセットし、搬送ガイド 8 2 をセット枠 4 2 に向けて移動し、セット枠 4 2 に搬送ガイド 8 2 を当接させる。これによってセット枠 4 2 の搬送レールと搬送ガイド 8 2 の搬送レール 8 4 a、8 4 b が連続する状態になるから、テーブル支持ユニット 9 0 をセット枠 4 2 に移送することができる。

搬送ガイド 8 2 を退避位置まで戻した後、セット枠 4 2 に支持されたテーブル

支持ユニット90の造形テーブル96に光造形操作を施す。セット枠42をタンク41内に下降させ、液状樹脂の液面位置と造形テーブル96の表面位置を制御してレーザ照射部45からレーザ光を照射して光硬化性樹脂を硬化させる。光造形操作とともにスライドバーを移動させ、レーザ光が照射される面をならしながら、順次光造型樹脂層を積層していく。

この平面積層ユニット部40においては、テーブル支持ユニット90の造形テーブル96は水平位置を保持するようにして、光造形樹脂層を平面積層する。

図8A及び図8Bは、図3及び図4に示した光造形装置の曲面積層ユニット部50を拡大して示したものである。曲面積層ユニット部50は、テーブル支持ユニット90の造形テーブル96に対して3次元的な任意の方向からレーザ光を照射して光造形樹脂層を形成するユニット部である。参照番号51は、テーブル支持ユニット90を支持するセット枠、52はセット枠51を支持する回転テーブル、そして53は回転テーブル52を支持する昇降テーブルである。回転テーブル52は、セット枠51を水平面内で任意の方向、任意の角度位置に回転して支持し、昇降テーブル52は回転テーブル52を介してセット枠51を任意の高さ位置に昇降制御する。

セット枠51の両側縁部には、平面積層ユニット部40におけるセット枠42と同様にテーブル支持ユニット90の搬送をガイドする搬送レールが設けられ、隣接する搬送ユニット部80の搬送ガイド82との間でテーブル支持ユニット90を移送することができる。

前述したように、テーブル支持ユニット90に支持されている造形テーブル96は、その面方向を任意の方向に向けるよう制御することができるから、テーブル支持ユニット90をセット枠51に支持することによって、テーブル支持ユニット90の造形テーブル96は空間内の任意の高さ位置で任意の方向に姿勢を制御することが可能である。

参照番号54は、ガルバノミラーを内蔵したレーザ照射部であり、上述した平面積層ユニット部40と共通に使用するレーザ装置48からレーザ光が導かれ、テーブル支持ユニット90の造形テーブル96に向けてレーザ光が照射されるよう形成されている。参照番号55a及び55bは、レーザ照射部54をX-Y平

面内の任意位置に移動可能に支持するX-Yアームである。

このレーザ照射部54の支持機構により、セット枠51に支持されたテーブル支持ユニット90の造形テーブル96の任意の位置にレーザ光を照射することができる。

図9は、図3及び図4に示した光造形装置の洗浄ユニット部60と塗布ユニット部70を拡大して示したものである。洗浄ユニット部60は、光造形によって形成した造形品に未硬化の状態に残っている液状樹脂を洗浄して取り除くユニットである。参照番号61は、テーブル支持ユニット90に向けて放射された洗浄液を貯溜する貯溜槽、62は、洗浄液を循環して利用するための循環ポンプと貯溜層61とを接続する接続部、そして63は、テーブル支持ユニット90を支持するセット枠である。セット枠63の両側縁部には、隣接する搬送ユニット部80との間でテーブル支持ユニット90を移送する搬送レールが設けられている。また、セット枠63は昇降可能に支持され、任意の高さ位置に調節可能である。

参照番号64は、テーブル支持ユニット90の造形テーブル96に形成されている造形品に洗浄液を放射する洗浄液散布部である。洗浄液散布部64には、洗浄液を放射するノズルを配置するとともに、テーブル支持ユニット90の造形テーブル96の位置と造形テーブル96に形成されている造形品の形状を検知するCCDカメラ等の画像認識部（図示せず）が設けられている。画像認識部は、造形品の形状を正確に計測し、その後の光造形操作にフィードバックするためのものである。

一方、塗布ユニット部70は、テーブル支持ユニット90に支持されている造形テーブル96に対して任意の方向から液状の光硬化性樹脂を塗布するためのユニット部である。参照番号71は、テーブル支持ユニット90を支持するセット枠、72はセット枠71を水平面内で回動させる回動テーブル、そして73は回動テーブル72を支持する昇降テーブルである。テーブル支持ユニット90は、回動テーブル72によって水平面内の任意の向きに回動可能であり、また、昇降テーブル73によって任意の高さに支持可能である。セット枠71の両側縁部には、隣接する搬送ユニット部80との間でテーブル支持ユニット90を移送するための搬送レールが設けられている。

セット枠 71 の上方には、光造形用の光硬化性樹脂を放射するノズル 74 が配置される。ノズル 74 は、光硬化性樹脂をテーブル支持ユニット 90 に向けて放射するためのものである。参照番号 75 は、ノズル 74 から放射される光硬化性樹脂の飛散を防止するためのフードであり、液状樹脂が放射されるテーブル支持ユニット 90 の上方をドーム状に覆うように設けられている。参照番号 76 は、樹脂吸引機構である。

図示の塗布ユニット部 70 において、セット枠 71 に支持されたテーブル支持ユニット 90 は、水平面内で任意の向きに回動可能でかつ任意の高さ位置に調節可能であるとともに、テーブル支持ユニット 90 に支持される造形テーブル 96 が 3 次元方向の任意の向きに姿勢制御できることから、造形テーブル 96 に形成された造形品に対しては任意の方向から光硬化性樹脂を吹き付け、塗布することができる。これによって、造形品に対し平面方向からはもちろん、側面等の任意の方向から光硬化性樹脂を塗布することが可能となる。

造形テーブル 96 上に形成された造形品が複雑な形状でスライドバーを用いて光硬化性樹脂を平坦状にならすことができない場合、あるいは造形品にインサート品を組み込んだ場合で、光硬化性樹脂を均等に塗布できないような場合であっても、本実施形態の塗布ユニット部 70 によれば、光硬化性樹脂をスプレー状に散布することによって、造形品の表面に均等に樹脂を塗布することができ、従来の光造形装置では造形ができなかったような形態の造形品についても容易に光造形することが可能となる。

図 10 は、図 3 及び図 4 に示した光造形装置を用いて光造形操作を行う工程を示したフローシート、図 11 は、図示の光造形装置によって造形品を製造する例を示した略示断面図、そして図 12 は、製造されたインサート品組み込みの造形品の断面図である。以下では、図 11 に示す造形品の製造方法とともに上記光造形装置の使用方法について説明する。

図示の光造形装置によって造形品を作製する場合は、まず、図 3 及び図 4 に示すように、光造形装置の搬入位置の搬入ユニット部 80a の搬送ガイド 82 にセットされているテーブル支持ユニット 90 に造形品の支持体となる造形テーブル 96 をセットする（ステップ S1）。前述したように、造形テーブル 96 は、テ

ーブル支持ユニット 90 に脱着自在に支持可能となっており、可動枠 94 の軸受け 95 に支持軸 96 a を位置合わせして載せることによってテーブル支持ユニット 90 に装着することができる。

ステップ S2 は、光造形樹脂層を平面積層する工程である。図 11 に示す例では、球体状のインサート品 32 を造形品に組み込むため、まず、造形テーブル 96 の表面上に光造形樹脂層 22 を表面積層する。光造形樹脂層 22 を表面積層する操作は、平面積層ユニット部 40 においてなされる。平面積層ユニット部 40 において光造形樹脂層 22 を表面積層する方法は、従来一般に使用されている光造形装置を使用した表面積層と同様な動作で行うことができる。すなわち、セット枠 42 に支持したテーブル支持ユニット 90 を液状の光硬化性樹脂が貯溜されているタンク 41 内に降下させ、液状の樹脂の液面位置から造形テーブル 96 をステップ的に降下させながら、各層において液状樹脂を硬化させる部位にレーザ光 L を照射し、樹脂を硬化させて光造形樹脂層 22 を積層していけばよい。

図 11 で、A 部分は、光造形樹脂層 22 を平面積層して形成する部分である。インサート品 32 を収納するための凹部を形成するよう各光造形樹脂層 22 を形成する際にレーザ光 L の照射範囲を制御する。レーザ光 L が照射されない部位については、液状の樹脂が硬化せず、造形品に凹部が残ることになる。

平面積層が終了したところで、洗浄ユニット部 60 で、造形品に残っている未硬化の樹脂を洗浄して除去する（ステップ S3）。テーブル支持ユニット 90 は、隣接する搬送ユニット部 80 を介して洗浄ユニット部 60 まで移送される。洗浄ユニット部 60 では、造形品に洗浄液を吹き付け、未硬化の樹脂を除去する。この洗浄ユニット部 60 には画像認識部が設けられているから、造形品を洗浄した後、造形テーブル 96 上における造形品の配置位置と造形品の形状とを計測し、これらのデータに基づいて曲面積層等におけるレーザ照射位置を補正することができる。

図 11 に示す造形品の場合は、次に、造形品に形成されている凹部にインサート品 32 をセットし、曲面積層操作に移る（ステップ S4）。曲面積層操作では、まず、塗布ユニット部 70 において造形品に液状の光硬化性樹脂を塗布する操作を行う。テーブル支持ユニット 90 は、搬送ユニット部 80 を介して塗布ユニ

ット部70に移送される。塗布ユニット部70では、造形品に対して任意の方向から液状の樹脂を塗布することができる。図11に示す造形品の場合は、平面積層によって形成した光造形樹脂層22の表面からインサート品32の上部が突出しているが、塗布ユニット部70によれば、インサート品32に妨げられずに造形品の表面に液状の樹脂を塗布することができる。ノズル74から液状の樹脂20aをスプレーすることにより、その樹脂が造形品の表面に均一の厚さに塗布される。もちろん、液状の樹脂20aは、インサート品32の表面にもほぼ均一に塗布される。

塗布ユニット部70で液状の光硬化性樹脂を塗布した後、曲面積層ユニット部50にテーブル支持ユニット90を移送し、レーザ照射部54から造形品にレーザ光Lを照射して光造形操作を施す（ステップS5）。曲面積層ユニット部50での光造形操作は、平面積層ユニット部40における光造形操作とは異なり、造形品を3次元方向の任意の方向に姿勢制御して造形するものであり、図11に示すようにインサート品32が光造形樹脂層22の表面から突出しているような場合でも、的確に所要部位にレーザ光Lを照射して造形することができる。

図11には、造形品に組み込まれたインサート品32の外面に塗布された液状樹脂20aにはレーザ光Lを照射せず、平面積層によって形成した光造形樹脂層22の表面に塗布されている液状樹脂にレーザ照射部54からレーザ光Lを照射して、次の光造形樹脂層22aを形成した状態が示されている。

曲面積層ユニット部50での光造形操作は、造形品を支持する造形テーブル96が3次元方向の任意の向きに制御できることから、造形品の任意の位置に任意の方向からレーザ光を照射して光造形できるという特徴がある。

この曲面積層ユニット部50によれば、造形品が曲面状に形成されているもの、通常の平面積層方法によっては組み込むことができないインサート品を扱うといった場合であっても、これらの形態にまったく限定されることなく的確に光造形することが可能である。

なお、曲面積層ユニット部50でレーザ光を照射し液状樹脂を硬化させて光造形樹脂層を形成した後は、洗浄ユニット部60にテーブル支持ユニット90を移送し、造形品に対して洗浄液を吹き付けて未硬化の液状樹脂を洗浄して除去する

。そして、洗浄工程の完了後、塗布ユニット部70にテーブル支持ユニット90を移送し、造形品の表面に液状樹脂をスプレーし、再度、曲面積層ユニット部50に移送して光造形操作を行う。

曲面積層による光造形操作は、塗布ユニット部70での液状樹脂の塗布と、曲面積層ユニット部50での光造形と、洗浄ユニット部60での洗浄操作を繰り返して行って、所要の曲面積層を行うものである。

図11に示す例では、このような曲面積層操作を行うことによって、インサート品32を確実に造形品の内部に組み込むことができる。

もちろん、曲面積層による光造形操作を行った後に、平面積層による光造形操作に移して光造形するといった操作を行うことが可能であり、曲面積層と平面積層による光造形操作を組み合わせる方法は適宜選択可能である。

光造形による造形が完了した際には、搬入ユニット部80aの位置にテーブル支持ユニット90を戻し、テーブル支持ユニット90から造形テーブル96を取り出すとともに、新たに造形テーブル96をテーブル支持ユニット90にセットして次の光造形操作を行う（ステップS7）。

このようにして、本実施形態の光造形装置によれば、連続的に光造形操作を行って、図12に示すような、球体状のインサート品32を組み込んだ光造形品を作製することができる。

上述した光造形操作は、テーブル支持ユニット90に造形テーブル96を交換してセットする操作、インサート品を造形品にセットする操作を含めて、すべて自動制御によって操作することが可能である。また、従来の光造形装置と同様に、あらかじめ設定されている設計値に基づいて所要の光造形操作を自動的に行って所要の造形品を得ることができる。

なお、上記実施形態の光造形装置は、平面積層による光造形操作と曲面積層による光造形操作とを選択して行えるように構成されているが、例えば、平面積層のみ行う場合には、平面積層ユニット部40を単体で使用することも可能であり、また、曲面積層のみを行う場合には、曲面積層ユニット部50のみを単体で使用することももちろん可能である。

図13A及び図13Bは、本発明によりインサート品を組み込んだ造形品のも

う1つの例を示したものである。これらの図では、自動車エンジンルーム内の保護パネルの部分にフィルタ付き油圧パイプを組み込んだ例が示されている。フィルタ付き油圧パイプ101は、図13Aに示されるように、直径2mmのステンレスパイプ102からなり、その途中にオイルフィルタ103が設置されており、また、固定用のナット104を備えている。このフィルタ付き油圧パイプ101は、図13Bに示されるように、肉厚5mmの化粧パネルからなる保護パネル105の内部に本発明に従い組み込まれている。この造形品では、本来ならば保護パネルの外側に配置されるべき油圧パイプをパネルの内部にインサートしたので、全体の構成を単純化し、コンパクトにできるばかりでなく、製造工程を短縮し、製造コストを低減することができる。

図14は、本発明によりインサート品を組み込んだ造形品のさらにもう1つの例を示したものである。この図では、携帯電話用のポールアンテナの取り付け部品の例が示されている。取り付け部品は、光硬化性樹脂からなる筐体110と、その内部に組み込まれたCPU、チップコンデンサ等106及びリード配線107とからなる。アンテナ下部をこのように構成したので、携帯電話のコンパクト化に寄与できるばかりでなく、断線などの問題も防止できる。

以上に詳細に説明したように、本発明に係る光造形方法及び光造形装置によれば、造形品を支持する造形テーブルを任意の3次元方向に姿勢制御可能に設け、造形テーブルに支持された造形品に液状樹脂を吹き付けるように構成したことによって、造形品の形状に関わらず、また造形品に任意の形状のインサート品を組み込んだ場合であっても的確に造形品の表面を光硬化性樹脂によって被覆することができ、また、樹脂硬化のための光、特にレーザ光を任意の方向から照射することから、3次元的な任意の構造に光造形樹脂層を形成することが可能となる。これによって、従来の光造形樹脂層を平面的に積層する方法では形成することができなかった形状の造形品、あるいは従来は組み込むことができなかったインサート品を組み込んだ造形品を形成することができるといった顕著な効果を得ることができる。

特許請求の範囲

1. 造形テーブル上で造形品を製造するのに用いられる光造形方法であって、
製造途中の造形品の表面に液状の光硬化性樹脂を被覆し、前記光硬化性樹脂に
光を照射して前記光硬化性樹脂の所要部位を硬化させる光造形樹脂層を形成する
操作を繰り返すことにより、光造形樹脂層を順次積層する工程を含み、その際、
前記造形テーブルを、任意の3次元方向に姿勢位置を制御可能に支持し、
前記造形テーブル上の造形品に前記光硬化性樹脂を吹き付けて、前記造形品の
表面に前記光硬化性樹脂を所定の膜厚で被覆し、
前記造形テーブルの姿勢位置を制御するとともに、前記造形品の表面に被覆さ
れた光硬化性樹脂に前記光を照射して前記光造形樹脂層を形成すること
を特徴とする光造形方法。

2. 前記造形品の内部に、3次元構造のインサート品を組み込む工程をさらに
含むことを特徴とする請求項1に記載の光造形方法。

3. 前記光硬化性樹脂がレーザ光により硬化可能な樹脂であり、その樹脂の硬
化にレーザ光を使用することを特徴とする請求項1又は2に記載の光造形方法。

4. 造形テーブル上で造形品を製造するのに用いられる光造形装置であって、
造形品を支持する造形テーブルを任意の3次元方向に姿勢位置を制御可能に支
持したテーブル支持ユニットと、

前記テーブル支持ユニットがセットされ、前記造形テーブルの姿勢位置を制御
するとともに、前記造形テーブル上に形成された造形品に液状の光硬化性樹脂を
吹き付けて造形品の表面に前記光硬化性樹脂を被覆する塗布ユニット部と、

表面に前記光硬化性樹脂が被覆された造形品を支持したテーブル支持ユニット
がセットされ、前記造形テーブルの姿勢位置を制御するとともに前記造形品の表
面に被覆された前記光硬化性樹脂に光を照射してその光硬化性樹脂の所要部位を
硬化させて光造形樹脂層を形成する曲面積層ユニット部と
を組み合わせて含んでなることを特徴とする光造形装置。

5. 前記テーブル支持ユニットがセットされ、前記造形テーブルの姿勢位置を
制御するとともに前記造形品の表面に被覆された未硬化の光硬化性樹脂を洗浄し
て除去する洗浄ユニット部をさらに備えることを特徴とする請求項4に記載の光

造形装置。

6. 前記テーブル支持ユニットがセットされ、前記造形テーブルの姿勢位置を制御するとともに前記造形テーブル上に形成された造形品の表面に液状の光硬化性樹脂を平面的に被覆し、該光硬化性樹脂に光を照射してその光硬化性樹脂の所要部位を硬化させて光造形樹脂層を形成する平面積層ユニット部をさらに備えることを特徴とする請求項4又は5に記載の光造形装置。

7. 前記塗布ユニット部、曲面積層ユニット部等のユニット部の間に、隣接するユニット部との間で前記テーブル支持ユニットを搬送する搬送ユニット部をさらに備えることを特徴とする請求項4又は5に記載の光造形装置。

8. 前記塗布ユニット部が、

前記テーブル支持ユニットを支持するセット枠と、該セット枠を支持して前記テーブル支持ユニットを水平面内の任意の位置に回動させる回動テーブルと、該回動テーブルを支持して前記テーブル支持ユニットを任意の高さ位置に昇降させる昇降テーブルと、前記造形品に前記光硬化性樹脂を吹き付けるノズルとを含むことを特徴とする請求項4に記載の光造形装置。

9. 前記曲面積層ユニット部が、

前記テーブル支持ユニットを支持するセット枠と、該セット枠を支持して前記テーブル支持ユニットを水平面内の任意の位置に回動させる回動テーブルと、該回動テーブルを支持して前記テーブル支持ユニットを任意の高さ位置に昇降させる昇降テーブルと、前記造形品の表面に被覆された前記光硬化性樹脂に光を照射する光照射部とを含むことを特徴とする請求項4に記載の光造形装置。

10. 前記洗浄ユニット部が、

前記テーブル支持ユニットを支持する昇降可能に設けられたセット枠と、前記テーブル支持ユニットに支持された造形品に向けて洗浄液を噴射する洗浄液散布部と、洗浄後の洗浄液を貯溜する貯溜槽とを含むことを特徴とする請求項5に記載の光造形装置。

11. 前記テーブル支持ユニットが、

ベースとなる支持枠と、一方の対向する枠部において前記支持枠に軸支された可動枠と、該可動枠の他方の対向する枠部に回動可能に支持された造形テーブル

とを含むことを特徴とする請求項 4 に記載の光造形装置。

1 2. 前記造形テーブルが、前記可動枠に着脱自在に支持されていることを特徴とする請求項 1 1 に記載の光造形装置。

1 3. 前記光硬化性樹脂がレーザ光により硬化可能な樹脂であり、その樹脂の硬化の光源としてレーザ光源を備えることを特徴とする請求項 4 に記載の光造形装置。

1 4. 前記造形品が、その内部に 3 次元構造のインサート品を組み込まれたものであることを特徴とする請求項 4 に記載の光造形装置。

光造形方法及び光造形装置

開示の要約

造形テーブル上で造形品を製造するのに用いられる光造形方法と、この光造形方法を実施する光造形装置が開示される。光造形方法は、製造途中の造形品の表面に液状の光硬化性樹脂を被覆し、その光硬化性樹脂に光を照射して所要部位を硬化させる光造形樹脂層を形成する操作を繰り返すことにより、光造形樹脂層を順次積層する工程を含む。造形テーブルを任意の3次元方向に姿勢位置を制御可能に支持した後、造形テーブル上の造形品に光硬化性樹脂を吹き付けて、造形品の表面に光硬化性樹脂を所定の膜厚で被覆し、そして、造形テーブルの姿勢位置を制御するとともに、造形品の表面に被覆された光硬化性樹脂に光を照射することによって、光造形樹脂層を形成する。